



Przeszczepy – rodzaje i problem odrzucania

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Gra edukacyjna
- Grafika interaktywna
- Dla nauczyciela



Przeszczepy – rodzaje i problem odrzucania

Najczęściej przeszczepianymi narządami w Polsce i na świecie są nerki pobierane od zmarłych dawców.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Transplantacja komórek, tkanek i narządów zazwyczaj wywołuje u biorcy reakcję ze strony układu odpornościowego, który rozpoznaje antygeny przeszczepu jako obce i rozpoczyna reakcję odpornościową. W tym przypadku reakcja ta jest niepożądana, prowadzi bowiem do zniszczenia przeszczepu i w konsekwencji do jego odrzucenia przez organizm biorcy. Proces ten może nastąpić natychmiast – w kilkanaście minut od operacji albo podczas zabiegu, jak też w ciągu 5-7 dni po transplantacji lub postępować przewlekłe kilka lat, aż do zniszczenia przeszczepu. Poprzez hamowanie aktywności układu odpornościowego biorcy można zmniejszyć nasilenie reakcji odpornościowej jego organizmu i tym samym przedłużyć sprawne funkcjonowanie przeszczepu. Niestety takie działanie niesie ze sobą pewne skutki uboczne.

Transplantologia to jedna z najszybciej rozwijających się dziedzin medycyny. Dzięki doskonaleniu techniki pracy przeszczepy są coraz lepiej przyjmowane przez organizmy biorców. Wytworzenie się trwałej tolerancji przeszczepionego narządu poprawia jakość życia osób po transplantacji i często znacznie je wydłuża.

Twoje cele

- Sklasyfikujesz rodzaje przeszczepów pod względem dwóch kryteriów: czynnika genetycznego i pochodzenia.
- Przedstawisz przykłady przeszczepianych komórek, tkanek i narządów.

- Opiszysz najważniejsze warunki skuteczności transplantacji.
- Wykażesz związek między stopniem zgodności tkankowej dawcy i biorcy a przyjęciem przeszczepu.
- Wyjaśnisz, w jaki sposób antygeny MHC dawcy wpływają na reakcję układu odpornościowego biorcy.
- Uzasadnisz konieczność obniżania aktywności układu odpornościowego biorcy po zabiegach transplantacji przeszczepu.
- Rozróżnisz sposób działania leków immunosupresyjnych i przeciwciał monoklonalnych.

Przeczytaj

Przeszczep to komórki, tkanki lub narządy pobierane od dawcy i w procesie przeszczepienia ([transplantacji](#)) przenoszone do organizmu biorcy.

Rodzaje przeszczepów

Przeszczep autogeniczny (autogeny) – przeszczepiane komórki, tkanki lub narządy pochodzą **z organizmu biorcy**. Przeszczep jest akceptowany przez układ odpornościowy biorcy, zatem niezwykle rzadko dochodzi do jego odrzucenia. Przykłady przeszczepów: komórki macierzyste, tkanka tłuszczowa, włosy, skóra.

Przeszczep izogeniczny (syngeniczny) – przeszczepiane komórki, tkanki lub narządy pochodzą **od dawcy o identycznym genotypie** (np. transplantacja pomiędzy bliźniętami jednojajowymi). Przeszczep jest bardzo dobrze akceptowany przez układ odpornościowy biorcy, zatem rzadko dochodzi do jego odrzucenia.

Przeszczep allogeniczny (homogeniczny) – przeszczepiane komórki, tkanki lub narządy pochodzą **od dawcy o podobnym genotypie** (np. transplantacja pomiędzy dwiema spokrewnionymi lub niespokrewnionymi osobami). Przeszczep jest dość dobrze akceptowany przez układ odpornościowy biorcy (pod warunkiem przyjmowania odpowiednich leków), zatem niezbyt często dochodzi do jego odrzucenia.

Przeszczep ksenogeniczny (heterogeniczny) – przeszczepiane komórki, tkanki lub narządy pochodzą **od dawcy o różnym genotypie** (np. transplantacja między osobnikami należącymi do różnych gatunków). Przeszczep zazwyczaj nie jest akceptowany przez układ odpornościowy biorcy, zatem prawie zawsze dochodzi do jego odrzucenia.

Pod względem **pochodzenia** przeszczepy dzieli się na dwa rodzaje.

- **Przeszczep od dawcy żywego** – przeszczepiane komórki, tkanki lub narządy pobierane są przyżyciowo. Przeniesienie przeszczepu może nastąpić pomiędzy osobami

spokrewnionymi, np. rodzic–dziecko, mąż–żona, lub osobami niespokrewnionymi, ale wówczas wymagana jest opinia komisji lekarskiej i zgoda sądu.

- **Przeszczep od dawcy zmarłego** – przeszczepiane komórki, tkanki lub narządy pobierane są po śmierci. Pobranie przeszczepu wymaga stwierdzenia śmierci potencjalnego dawcy. W medycynie za zmarłego uznaje się człowieka, u którego doszło do trwałego i nieodwracalnego ustania wszelkich czynności mózgu lub ustania krążenia krwi. Zgon orzeka komisja lekarska niezwiązana z procedurą transplantacyjną.

Warunki skuteczności transplantacji

Przeszczepianie jest uznaną w medycynie metodą ratowania zdrowia i życia osób chorych, które do poprawy funkcji organizmu i jakości życia potrzebują zdrowych komórek, tkanek lub narządów. Skuteczność tej metody leczenia zależy od różnych czynników, spośród których najważniejsze są:

- odpowiednie dobranie dawcy i biorcy;
- prawidłowe przygotowanie i przechowywanie pobranego przeszczepu;
- właściwe leczenie pooperacyjne oraz długoterminowe po okresie [rekonwalescencji](#).

Odpowiednie dobranie dawcy i biorcy

Odpowiednie dobranie dawcy i biorcy jest związane z badaniem tzw. [zgodności tkankowej](#). Wysoki stopień zgodności tkankowej pomiędzy dawcą i biorcą zwiększa szanse na przyjęcie przeszczepu i zmniejsza ryzyko rozwoju zespołu chorobowego przeszczep przeciwko biorcy. Zgodność tkankowa na poziomie 100% dotyczy przeszczepów autogenicznych, w których następuje przeniesienie przeszczepu w obrębie jednego organizmu. Prawie 100-procentowa zgodność tkankowa dotyczy przeszczepów izogenicznych, w których przeszczep przenosi się między bliźniętami jednojajowymi. W przypadku przeszczepów allogenicznych przeszczep dobierany jest tak, aby zgodność tkankowa była jak najwyższa – dobór dawcy i biorcy wiąże się ze znalezieniem tzw. genetycznego bliźniaka. Natomiast przeszczepy ksenogeniczne mają bardzo niską zgodność tkankową.

Stopień zgodności tkankowej zależy od podobieństwa [antygenów zgodności tkankowej](#), obecnych na powierzchni komórek dawcy i biorcy. Antygeny te należą do tzw. [głównego układu zgodności tkankowej](#) – MHC (ang. *major histocompatibility complex*).

W organizmach wielokomórkowych obecność antygenów MHC na powierzchni komórek umożliwia ich wzajemne rozpoznawanie się oraz odróżnianie komórek własnych od komórek obcych. Geny MHC charakteryzują się wysokim [polimorfizmem](#), dlatego kodowane przez nie białka MHC wykazują dużą zmienność.

Dobór dawcy i biorcy wiąże się ze znalezieniem dwóch osób wykazujących podobieństwo genetyczne w zakresie wysokozmiennych genów MHC. Szanse na dobranie „genetycznego bliźniaka” nie są jednak duże i wynoszą średnio 1 : 20 000. Niski stopień podobieństwa genetycznego i tym samym niski stopień podobieństwa antygenów MHC pomiędzy dawcą i biorcą sprawia, że układ odpornościowy biorcy rozpoznaje komórki dawcy jako obce. Przeciwnie obcym komórkom przeszczepu kierowana jest reakcja odpornościowa, której konsekwencją jest odrzucenie przeszczepu.

Więcej o antygenach transplantacyjnych w e-materiale pt. [Antygeny zgodności tkankowej](#).

Przygotowanie przeszczepu

Prawidłowe przygotowanie i przechowywanie pobranego przeszczepu wymaga jego przepłukania i ochłodzenia do temperatury ok. 4°C. Sterylnie zapakowany organ może być przechowywany od kilku godzin – np. serce, wątroba, trzustka – do nawet kilkudziesięciu – np. nerka. Możliwość przechowywania przeszczepu pozwala uzyskać czas niezbędny na jego przetransportowanie do szpitala, w którym ma nastąpić przeszczepienie.

Leczenie po transplantacji

Właściwie dobrane leczenie pooperacyjne wymaga stosowania [leków immunosupresyjnych](#), które hamują aktywność układu odpornościowego. Ma to na celu zmniejszenie ryzyka odrzucenia przeszczepu lub rozwoju zespołu chorobowego przeszczep przeciwko biorcy. Zespół ten jest niepożądaną reakcją zachodzącą po transplantacji. Do organizmu biorcy wraz z przeszczepem docierają m.in. limfocyty T pochodzące z organizmu dawcy. Limfocyty T dawcy rozpoznają tkanki i narządy organizmu biorcy jako obce struktury i doprowadzają do ich niszczenia, czego objawem są: biegunka, powiększenie śledziony i węzłów chłonnych, niedokrwistość, podatność na infekcje i ogólne wyniszczenie organizmu. Podanie leków immunosupresyjnych hamuje w organizmie biorcy aktywność [makrofagów](#), [limfocytów T](#) oraz [limfocytów B](#) i tym samym zwiększa powodzenie przyjęcia się przeszczepu.

Immunosupresanty wykazują dość szerokie spektrum działania, w wyniku czego obniżają odporność organizmu biorcy, a tym samym zwiększają jego podatność na zakażenia bakteryjne i wirusowe. Dlatego w uzasadnionych przypadkach wykorzystywane są tzw. [przeciwciała monoklonalne](#), które wykazują swoistość i łączą się jedynie z określonym antygenem. Właściwości przeciwciał monoklonalnych dają możliwość wybiórczego hamowania aktywności określonej podgrupy limfocytów – tylko tych, które rozpoznają przeszczep jako tkankę lub organ obcy dla organizmu biorcy.



Przeciwciała monoklonalne można otrzymywać w dowolnych ilościach, a samą hodowlę można prowadzić w butlach. Zazwyczaj do produkcji przeciwciał monoklonalnych wykorzystuje się limfocyty B pobrane ze śledziony myszy, której wcześniej podano odpowiedni antygen. Przeciwciała monoklonalne hamują aktywność określonych limfocytów T, przez co pozostałe elementy komórkowej i humoralnej reakcji odpornościowej pozostają niezmienione.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Najlepsze wyniki leczenia uzyskuje się u biorcy podczas pierwszej transplantacji z bardzo dobrze dobranym przeszczepem o krótkim czasie niedokrwienia, pochodzącym od żywego dawcy.

Przeszczepianie komórek i tkanek

Przeszczepianymi komórkami są komórki macierzyste pochodzące z krwi obwodowej lub szpiku kostnego, wykorzystywane w leczeniu chorób nowotworowych krwi, np. białaczki.

Przeszczepianymi tkankami są: rogówka, tkanka tłuszczowa, skóra, kości, chrząstki, więzadła i zastawki serca. Niektóre tkanki, np. rogówka, opona twarda lub kość, są słabo

immunogenne, czyli nie wywołują reakcji odpornościowej w organizmie biorcy. Takie przeszczepy nazywa się **biostatycznymi**.



Ludzkie oko po upływie roku od przeszczepu rogówki. Po bokach źrenicy widoczne dwa szwy, które po zakończeniu procesu gojenia zostaną usunięte.

Źródło: Megor1, Wikimedia Commons, licencja: CC BY 3.0.

Przeszczepianie narządów

Najczęściej przeszczepiane są narządy pobrane od osób zmarłych. Zgodnie z obowiązującą w Polsce Ustawą z dnia 1 lipca 2005 r. o pobieraniu, przechowywaniu i przeszczepianiu komórek, tkanek i narządów (Dz.U. z 2020 r., poz. 2134) pobrania komórek, tkanek i narządów ze zwłok można dokonać, jeżeli osoba zmarła nie wyraziła za życia sprzeciwu (w niektórych przypadkach sprzeciw może wyrazić przedstawiciel ustawowy, czyli np. rodzic osoby niepełnoletniej). Żaden z narządów służących do przeszczepiania nie może być przedmiotem handlu – jest to jednoznacznie potępione przez wszystkie środowiska transplantacyjne. Przeszczepianymi narządami są: nerka, wątroba, serce, płuca czy trzustka. Najczęściej przeszczepianym narządem w Polsce i na świecie jest nerka.



Ludzka nerka pobrana od żywego dawcy. Przeszczep nerki jest skuteczną metodą terapii u osób chorych na zaawansowaną niewydolność nerek.

Źródło: Rmarlin, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

Słownik

antygeny zgodności tkankowej

inaczej antygeny transplantacyjne; zespół glikoprotein charakteryzujący indywidualność immunologiczną organizmu, występujący na powierzchni wszystkich komórek ciała (antygeny MHC I) i komórek prezentujących antygeny limfocytom T (antygeny MHC II); warunkują wzajemne rozpoznawanie się komórek organizmu i ich odróżnianie od komórek obcych

główny układ zgodności tkankowej, MHC

zespół glikoprotein zróżnicowany na klasy I, II i III odpowiedzialny za wzajemne rozpoznawanie się komórek organizmu i odróżnianie ich od komórek obcych; MHC I – glikoproteiny występujące na powierzchni wszystkich komórek organizmu, odpowiedzialne za prezentowanie antygenów; MHC II – glikoproteiny występujące na powierzchni niektórych komórek układu odpornościowego, odpowiedzialne za prezentowanie antygenów; MHC III – zbiór różnego rodzaju białek tworzących układ dopełniacza, doprowadzający do zniszczenia patogenów

leki immunosupresyjne

inaczej immunosupresory; substancje chemiczne hamujące dojrzewanie, różnicowanie, zdolności rozpoznawcze i aktywność komórek układu odpornościowego;

wykorzystywane w transplantologii, leczeniu alergii i chorób autoimmunologicznych

limfocyty B

komórki krwi należące do leukocytów, uczestniczące w reakcjach odpornościowych organizmu; powstają i dojrzewają w czerwonym szpiku kostnym; komórki produkujące przeciwciała

limfocyty T

komórki krwi należące do leukocytów, uczestniczące w reakcjach odpornościowych organizmu; powstają w czerwonym szpiku kostnym, a dojrzewają w grasicy; komórki zdolne do niszczenia komórek własnych organizmu zmienionych chorobowo lub nowotworowo, odpowiedzialne za aktywację makrofagów i limfocytów B oraz wygaszanie reakcji odpornościowej

makrofagi

komórki krwi należące do leukocytów, uczestniczące w reakcjach odpornościowych organizmu; komórki prezentujące obce antygeny, poruszające się ruchem ameboidalnym, zdolne do fagocytozy patogenów, komórek własnych organizmu zmienionych chorobowo lub starych

polimorfizm genetyczny

występowanie w populacji więcej niż jednej wersji danego genu (allelu) w danym *locus* z częstością większą niż 1%; zmienność sekwencji nukleotydowej jest efektem: zmian pojedynczego nukleotydu, delecji lub insercji kilku nukleotydów oraz zmiennej liczby powtórzeń sekwencji mini- i mikrosatelitarnych

przeciwciała monoklonalne

przeciwciała działające swoiście względem określonego antygeny, który wywołał aktywację limfocyta B; powstają z jednego klonu limfocyta B

rekonwalescencja

czas, w którym organizm powraca do stanu zdrowia po chorobie, urazie, wypadku lub zabiegu chirurgicznym

transplantacja

przeszczepienie, czyli przeniesienie komórek, tkanek lub narządów z organizmu dawcy do organizmu biorcy, mające na celu przywrócenie prawidłowych funkcji utraconych, uszkodzonych lub niewydolnych części ciała

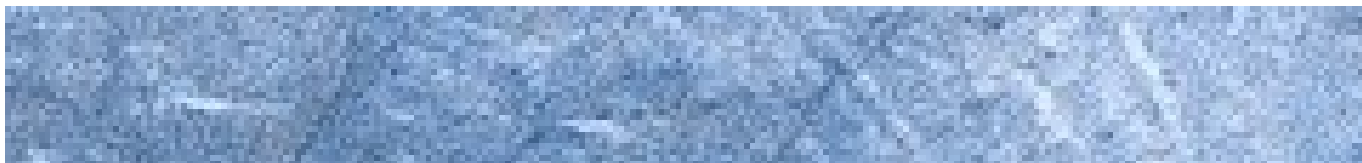
zgodność tkankowa

podobieństwo antygenów zgodności tkankowej pomiędzy dawcą i biorcą, warunkujące powodzenie przyjęcia przeszczepu

Gra edukacyjna

Polecenie 1

Rozwiąż interaktywny quiz i sprawdź swoją wiedzę na temat przeszczepów.



Test

Sprawdź swoją wiedzę na temat przeszczepów.

Poziom trudności:

łatwy

Limit czasu:

4 min

Twój ostatni wynik:

—

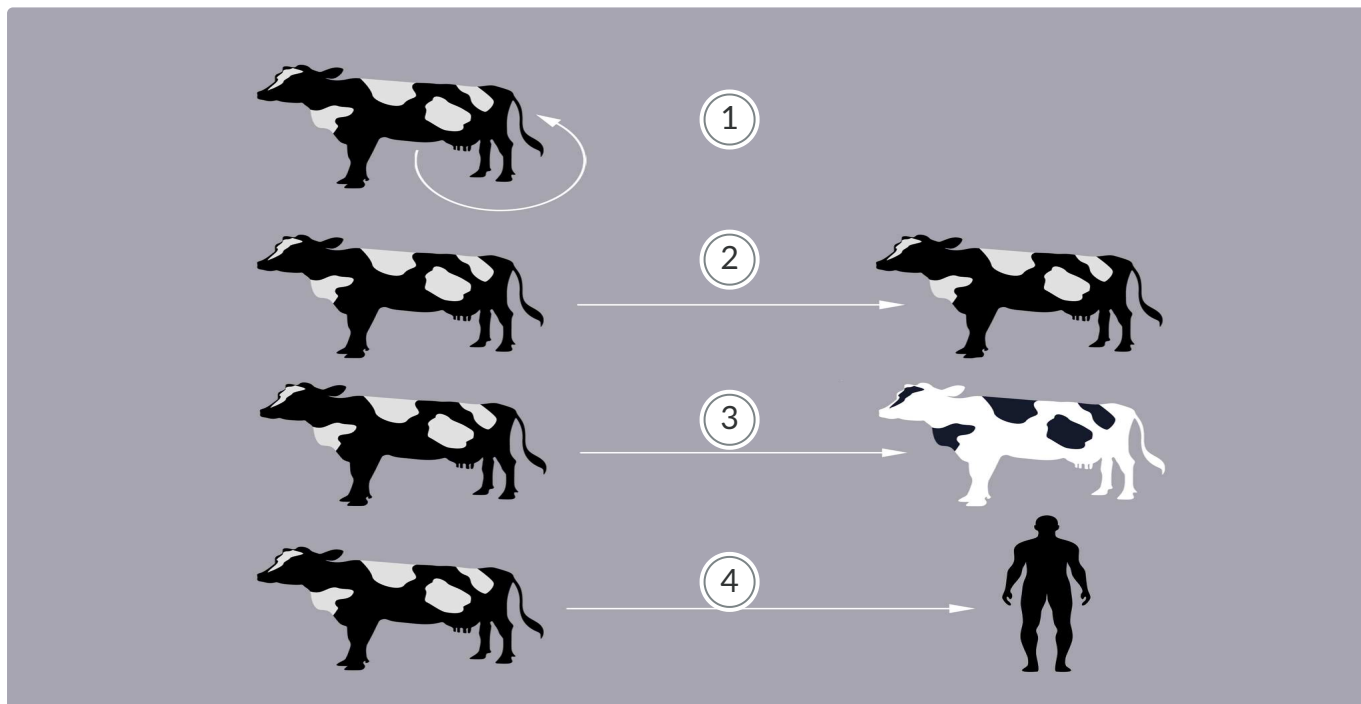
Uruchom

Polecenie 2

Polecenie 3

Przedstaw przyczyny odrzucania przeszczepów.

Rodzaje przeszczepów



1

Przeszczep autogeniczny (autogenny)

2

Przeszczep izogeniczny (syngeniczny)

3

Przeszczep allogeniczny (homogeniczny)

4

Przeszczep ksenogeniczny (heterogeniczny)

Rodzaje przeszczepów ze względu na czynnik genetyczny.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Przeanalizuj grafikę interaktywną i na jej podstawie sformułuj definicję każdego rodzaju przeszczepu.

Polecenie 2

Rozstrzygnij, który rodzaj przeszczepu: izogeniczny czy allogeniczny jest częściej odrzucany przez organizm biorcy. Odpowiedź uzasadnij, odnosząc się do stopnia zgodności tkankowej pomiędzy dawcą i biorcą.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Przeszczepy – rodzaje i problem odrzucania

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

V. Budowa i fizjologia człowieka.

3. Odporność. Uczeń:

5) wyjaśnia, na czym polega zgodność tkankowa i przedstawia jej znaczenie w transplantologii;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Funkcjonowanie zwierząt.

2. Porównanie poszczególnych czynności życiowych zwierząt, z uwzględnieniem struktur odpowiedzialnych za ich przeprowadzanie.

2) Odporność. Uczeń:

g) analizuje zaburzenia funkcjonowania układu odpornościowego (nadmierna i osłabiona odpowiedź immunologiczna) oraz podaje sytuacje wymagające immunosupresji (przeszczepy, alergie, choroby autoimmunologiczne).

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Sklasyfikujesz rodzaje przeszczepów pod względem dwóch kryteriów: czynnika genetycznego i pochodzenia.
- Przedstawisz przykłady przeszczepianych komórek, tkanek i narządów.
- Opisziesz najważniejsze warunki skuteczności transplantacji.
- Wykażesz związek między stopniem zgodności tkankowej dawcy i biorcy a przyjęciem przeszczepu.
- Wyjaśnisz, w jaki sposób antygeny MHC dawcy wpływają na reakcję układu odpornościowego biorcy.
- Uzasadnisz konieczność obniżania aktywności układu odpornościowego biorcy po zabiegach transplantacji przeszczepu.
- Rozróżnisz sposób działania leków immunosupresyjnych i przeciwciał monoklonalnych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- gra dydaktyczna;
- analiza grafiki interaktywnej;
- mapa pojęć.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- telefony z dostępem do internetu.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel za pomocą dostępnego w panelu użytkownika raportu sprawdza przygotowanie uczniów do lekcji, m.in. kto zapoznał się z udostępnionym e-materiałem. Nauczyciel poleca uczniom przygotować w parach pytania z nim związane. Czego uczniowie chcą się dowiedzieć? Co ich interesuje w związku z tematem lekcji?

Faza realizacyjna:

1. **Mapa pojęć.** Uczniowie, pracując w parach, tworzą mapy pojęć związane z tematem lekcji i na podstawie treści z sekcji „Przeczytaj”.
2. **Praca z multimedium („Gra edukacyjna”).** Uczniowie dzielą się na zespoły i rozwiązują pytania quizowe. Nauczyciel wraz z uczniami określa zasady rywalizacji i punktowania dobrych odpowiedzi (np. gra na czas lub na liczbę poprawnych odpowiedzi). Przeprowadzenie gry w klasie. Nauczyciel lub wybrany uczeń dba o prawidłowy przebieg quizu zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami. Nauczyciel ogłasza zwycięską drużynę.
3. Nauczyciel czyta polecenie nr 3: „Przedstaw przyczyny odrzucania przeszczepów”. Prosi uczniów, aby wykonali je w parach. Następnie wybrana osoba prezentuje swoją odpowiedź, a pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej. Nauczyciel w razie potrzeby uzupełnia ją, wyjaśnia wątpliwości uczniów.
4. **Praca z drugim multimedium („Grafika interaktywna”).** Uczniowie zapoznają się z materiałem. Każdy uczeń pracuje indywidualnie, samodzielnie przygotowując odpowiedzi do polecenia 1: „Przeanalizuj grafikę interaktywną i na jej podstawie sformułuj definicję każdego rodzaju przeszczepu”. Po wyznaczonym przez nauczyciela czasie wybrani lub chętni uczniowie odczytują swoje propozycje. Nauczyciel komentuje rozwiązania uczniów.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie wykonują polecenie nr 2 w sekcji „Gra edukacyjna”: „Ułóż pytanie quizowe dotyczące rodzajów przeszczepów lub problemu ich odrzucania i daj je do rozwiązania swoim kolegom i koleżankom”.
2. Uczniowie odpowiadają na pytania sformułowane we wstępnej fazie lekcji.
3. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji. Wyjaśnia także wątpliwości uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj polecenie nr 2 z sekcji „Grafika interaktywna”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Treści w sekcji „Gra edukacyjna” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy uczniów.